

**BACCALAUREAT PROFESSIONNEL**  
**PILOTAGE DE SYSTEMES DE PRODUCTION AUTOMATISEE**

**Session 2003**

**Epreuve E2 : Technologie**

**Sous épreuve A2 : - Unité 21 : Gestion et contrôle de la production**

**Durée : 2 heures**

**Coefficient : 1,5**

L'épreuve porte sur tout ou partie des compétences terminales suivantes :

- **C11** Exploiter les données techniques de l'installation.
- **C12** Analyser et sélectionner les données de production.
- **C13** Décoder et interpréter les indicateurs de l'installation de production.
- **C41** Interpréter les dérives ou les dysfonctionnements.
- **C42** Participer aux améliorations de la qualité.
- **C61** Dialoguer, rendre compte.

Ce sujet comporte **trois dossiers** :

- ➔ Un Dossier Technique : **D.T. 1/7 à D.T. 7/7**
- ➔ Un Dossier Ressource : **D.R. 1/6 à D.R. 6/6**
- ➔ Un Dossier Sujet Réponse : **D.S.R. 1/10 à D.S.R. 10/10**

**IMPORTANT**

*Le Dossier Sujet Réponse complet (D.S.R. 1/10 à D.S.R. 10/10 ) ne portera pas l'identité du candidat.*

*Il sera agrafé par les surveillants de salle, dans l'ordre de pagination, à l'intérieur d'une copie d'examen, sous la bande d'anonymat.*

**AUCUN DOCUMENT PERSONNEL AUTORISE**  
**CALCULATRICE AUTORISEE**

## BACCALAUREAT PROFESSIONNEL P.S.P.A . DOSSIER RESSOURCE

### MAITRISE ET CONTROLE DU POIDS DES PREEMBALLES

(extraits de normes agroalimentaires)

#### Vocabulaire :

**E ou QN : quantité nominale** inscrite sur l'étiquette du produit.

Par exemple E = 500 g pour un pack de 4 yaourts (4x125g).

C'est la quantité vendue aux consommateurs exprimée en gramme, kilogramme, litre, centilitre ou millilitre.

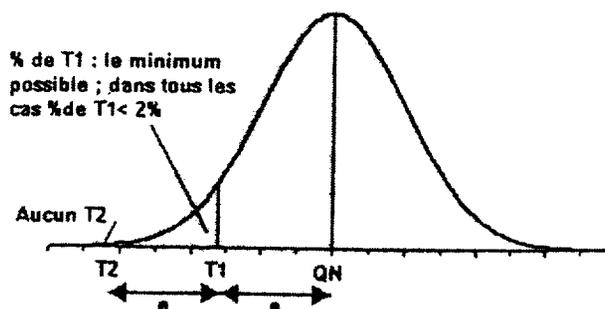
**e : erreur maximum tolérée en moins.** Cette quantité est déterminée en fonction de E. Il ne faut pas confondre cette valeur de e avec le « e » imprimé à côté de la quantité nominale sur l'emballage qui garantit que le produit est conforme à la législation du contrôle métrologique.

QN : quantité nominale en g ou mL	e en % de QN	e en g ou ml
5 à 50	9%	
50 à 100		4,5
100 à 200	4,5%	
200 à 300		9
300 à 500	3%	
500 à 1000		15
1000 à 10000	1,5%	
10000 à 15000		150
Plus de 15000	1%	

T1 : (ou TU1 ou mini 1). Tolérance T1 = E-e

T2 : (ou TU2 ou mini 2). Tolérance T2 = T1 - e = E-2e

#### Contrôle du contenu minimal (nombre de défectueux) :



Remarque : avant la modification du décret du 20 octobre 1978, la loi précisait que le pourcentage de T1 ne devait pas dépasser 2 %. Cette valeur de 2% de T1 doit être moindre actuellement étant donné que les performances des doseuses ont été nettement améliorées. On doit tendre vers le « zéro défaut ». Le texte de loi précise : « il convient de vérifier que le conditionneur ne règle pas systématiquement ses doseuses sur cette valeur. Il doit dans tous les cas rechercher à faire moins de 2% de défectueux qui ne représente pas une finalité mais un seuil à ne pas dépasser ».

Aucun préemballage ne peut être commercialisé si son poids est inférieur à T2.

Dossier Ressource	LIGNE DE PRODUCTION DE POTS DE YAOURT	D.R. 1 / 6
----------------------	---------------------------------------	------------

## MAITRISE ET CONTROLE DU POIDS DES PREEMBALLES

(extraits de normes agroalimentaires)

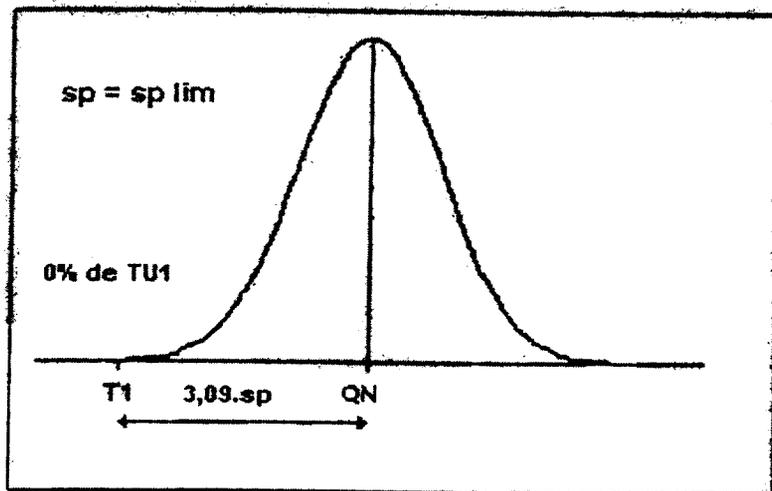
### Conséquence :

$S_p$  : écart type de la production.  
D'après le décret, on doit avoir :

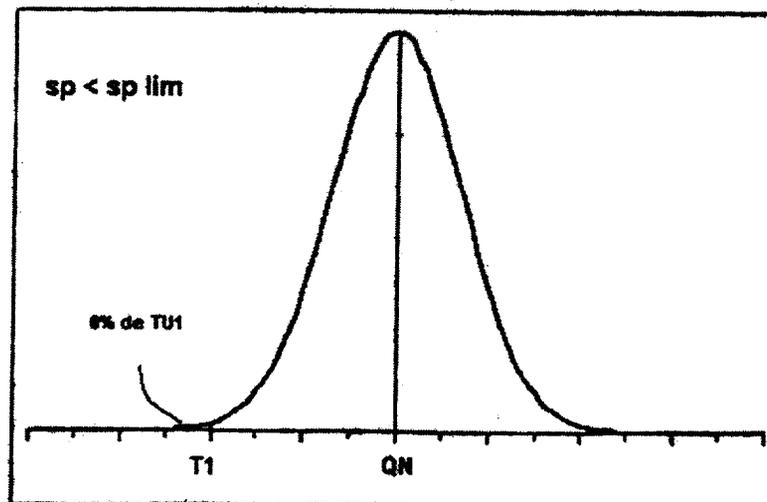
$$T1 + 3,09.S_p < QN \leftrightarrow QN - e + 3,09.S_p < QN \leftrightarrow 3,09.S_p < e \leftrightarrow S_p < e / 3,09$$

Cette valeur « limite » de  $S_p$  s'appelle écart type limite de production. Elle est notée  $S_{p \text{ lim}}$ .  
D'où :

$$S_{p \text{ lim}} = e / 3,09$$



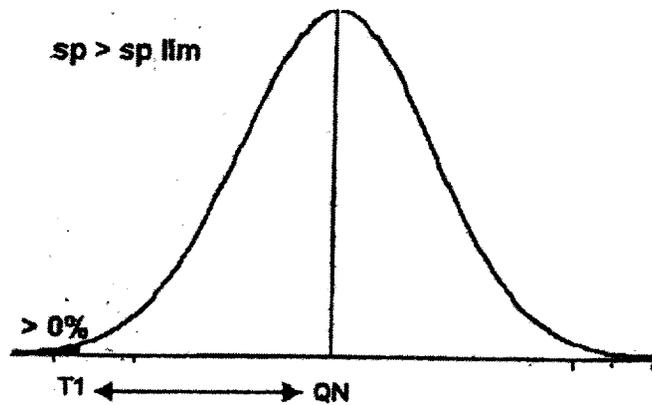
Dans le cas de produits dont les poids ne sont pas trop dispersés ( $s_p < s_{p \text{ lim}}$ ), il n'est pas nécessaire de surdoser pour respecter la législation.



## MAITRISE ET CONTROLE DU POIDS DES PREEMBALLES

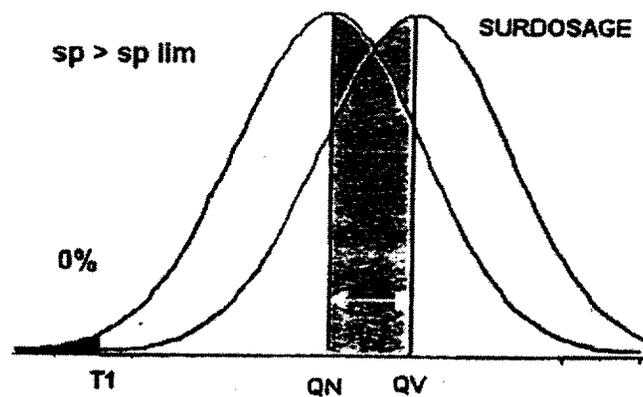
(extraits de normes agroalimentaires)

Dans le cas de produits dont les poids sont très dispersés ( $S_p > S_{p \text{ lim}}$ ), il est nécessaire de surdoser afin de respecter la législation.



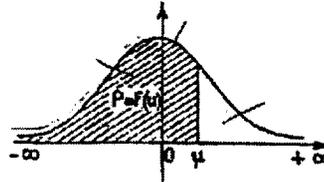
S'il est nécessaire de surdoser, la quantité à viser QV vaut :

$$QV = T1 + 3,09 \cdot S_p$$



## TABLE DE LA FONCTION DE REPARTITION DE LA LOI NORMALE REDUITE

$$u_i = \frac{X_i - m}{\sigma}$$



$u$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5054	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7290	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9779	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9986	0,9986	0,9986

**Table pour grandes valeurs de  $u$  :**

$u$	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,8	4,0	4,5
$F(u)$	0,99865	0,99904	0,99931	0,99952	0,99966	0,99976	0,999841	0,999928	0,999968	0,999997

**Les cartes de contrôle par attributs :**

Type de carte en fonction de l'effectif des échantillons de contrôle		Critère de qualité	
		Nombre de défauts par unité Une unité est susceptible de présenter plusieurs défauts de nature identique ou différente.	
Taille d'unité	Variable	Carte du nombre de défauts par unité élémentaire.	
	Constante	Carte du nombre de défauts par unité contrôlée.	
<p><b>Unité de contrôle :</b> unité préalablement définie sur laquelle on comptabilise le nombre de défauts qui peuvent être de nature différente. Ex : rayures, mauvais fonctionnement, éclats, etc. Unité de contrôle = n unités élémentaires.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- unité = nombre fixé d'individus. Un individu pouvant comporter plusieurs défauts. Exemple : lot de 100 fenêtres.</li> <li>- unité = longueur ou surface de référence. Exemple : 100 m de moulures, 2 m d'avivé, etc.</li> </ul> <p><b>Unité élémentaire :</b> unité de base de l'unité de contrôle. Exemple : un mètre de profil, une fenêtre, un mètre carré de placage, etc.</p>			

Carte de contrôle du nombre de défauts par unité de contrôle ou par unité élémentaire		
Carte du nombre de défauts par unité de contrôle (une unité de contrôle = n unités élémentaires) valeur centrale = $m_0$ = nombre moyen de défauts par unité contrôlée $m_0 = n u_0$	<b><math>m_0 &lt; 15</math></b>	<b><math>m_0 \geq 15</math></b>
	LC et LS lues dans la table ci-dessous en fonction de $m_0$	LC = $m_0 + 3\sqrt{m_0}$ LS = $m_0 + 2\sqrt{m_0}$
Carte du nombre de défauts par unité élémentaire valeur centrale = $u_0$ = nombre moyen de défauts par unité élémentaire.	L'C = LC / n L'S = LS / n	LC = $u_0 + 3\sqrt{u_0/n}$ LS = $u_0 + 2\sqrt{u_0/n}$

Si  $m_0$  est inconnu, on l'estime par  $\bar{m} = \sum d_i / r$  : moyenne du nombre de défauts trouvés sur r unités contrôlée.

Limite de LC et LS si  $m_0 < 15$  (NF X 06-031)

LC ou LS	$m_0$ pour LC	$m_0$ pour LS	LC ou LS	$m_0$ pour LC	$m_0$ pour LS	LC ou LS	$m_0$ pour LC	$m_0$ pour LS
0	0,001	0,025	10	3,49	5,49	20	9,62	13,00
1	0,045	0,24	11	4,04	6,20	21	10,29	13,79
2	0,19	0,62	12	4,61	6,92	22	10,96	14,58
3	0,43	1,09	13	5,20	7,65	23	11,65	15,38
4	0,74	1,62	14	5,79	8,40	24	12,34	16,18
5	1,11	2,20	15	6,41	9,15	25	13,03	16,98
6	1,52	2,81	16	7,03	9,90	26	13,73	17,79
7	1,97	3,45	17	7,66	10,67	27	14,44	18,61
8	2,45	4,12	18	8,31	11,44	28	15,15	19,42
9	2,96	4,80	19	8,96	12,22	29	15,87	20,24

\* lecture de la table : pour obtenir LS et LC, prendre la valeur immédiatement inférieure de  $m_0$ .

Dossier Ressource	LIGNE DE PRODUCTION DE POTS DE YAOURT	D.R. 5 / 6
-------------------	---------------------------------------	------------

**Tableau de relevé :****historique des défaillances de la ligne ERCA****Classification des défaillances :**

D0 : transfert des pots : écrasement des pots.

D1 : formage des pots poste 1 : pots insuffisamment formés.

D2 : décor des pots poste 2 : bourrage papier décor.

D3 : dosage des pots poste 3: mauvaise répartition du produit dans les pots.

D4 : couvercle poste 4: problèmes liés à la dépose du couvercle.

D5 : soudure poste 5: problèmes liés à la qualité de la soudure.

D6 : découpe poste 6: mauvaise découpe.

Défaillances		D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Dates								
3/1	nbre tps		4 15		4 13		10 102	
4/1	nbre tps				7 22	1 6	6 61	
5/1	nbre tps			2 44			5 51	3 12
6/1	nbre tps		3 11		7 22		9 92	
7/1	nbre tps		2 7	1 22	5 16		8 82	
10/1	nbre tps				6 19		10 102	3 12
11/1	nbre tps		3 11		6 19		6 61	
12/1	nbre tps		3 11		6 19		6 61	
13/1	nbre tps		2 7		5 16		11 112	
14/1	nbre tps	1 600			5 16		3 31	
17/1	nbre tps				5 16		7 72	2 8
18/1	nbre tps		2 7		5 16		6 61	
19/1	nbre tps				8 25	3 17	10 102	
20/1	nbre tps		3 11		5 16		5 51	
Nbre d'arrêts		1	22	3	74	4	102	8
Somme des temps d'arrêts		600	80	66	235	23	1041	32
Moyenne des temps d'arrêts en minutes et 1/100 minutes		600	3,64	22	3,18	5,75	10,21	4

- la fiabilité : probabilité de fonctionnement sans défaillance d'un dispositif dans des conditions spécifiées et pendant une période de temps déterminée.
- la maintenabilité : dans des conditions données d'utilisation, aptitude d'un bien à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir sa fonction.

Dossier Ressource	LIGNE DE PRODUCTION DE POTS DE YAOURT	D.R. 6 / 6
-------------------	---------------------------------------	------------

**BACCALAUREAT PROFESSIONNEL**  
**PILOTAGE DE SYSTEMES DE PRODUCTION AUTOMATISEE**  
**SESSION 2003**

Epreuve E2 : Epreuve de technologie

Sous épreuve A2 Unité U21 : Gestion et contrôle de la production

Durée : 2 heures

Coefficient : 1,5

**DOSSIER**  
**SUJET - REPONSES**

Réponses de la page	Barème
<b>3 / 10</b>	<b>/ 21</b>
<b>4 / 10</b>	<b>/ 08</b>
<b>5 / 10</b>	<b>/ 10</b>
<b>6 / 10</b>	<b>/ 05</b>
<b>7 / 10</b>	<b>/ 06</b>
<b>8 / 10</b>	<b>/ 04</b>
<b>9 / 10</b>	<b>/ 06</b>
<b>10 / 10</b>	<b>/ 20</b>
<b>Total</b>	<b>/ 80</b>
<b>Note</b>	<b>/20</b>

**Contexte professionnel :**

Vous êtes pilote de la ligne de production de pots de yaourt ERCA. Vous conditionnez des yaourts étuvés vendus en pot unitaire de 125 grammes.

Un contrôle qualité s'effectue en cours de fabrication. Un prélèvement de 12 pots toutes les 30 minutes est réalisé.

**Problème posé :**

Afin de répondre aux besoins d'un nouveau client, la direction vous demande de vous assurer de la qualité des produits qui seront expédiés.

**Production considérée :**

- commande à honorer : 120 000 pots
- produit : yaourt étuvé nature
- découpe : 1 X 125 g
- quantité nominale QN : 125 g

Avant de lancer la production totale, vous effectuerez une pré-série de 960 pots de yaourts pour effectuer vos calculs.

***Au terme de la pré-série, l'écart type de la production est estimé à  $S_p = 2,15$  et la moyenne  $m = 125,35$  g avec le nombre de mesures  $n = 960$ .***

***Cette étude nous permet de valider le réglage de dosage.***

**Travail demandé :** (dossier ressource 1/6 à 5/6)

- calculer l'erreur maximum tolérée en moins (e).
- calculer la tolérance de pilotage (TU1).
- calculer l'écart type limite.
- doit-on surdoser la production ?
- calculer la quantité visée (QV).
- calculer la différence entre la quantité réelle de produit fini et la quantité visée de produit pour la totalité de la commande.
- calculer la probabilité du nombre de yaourts dont la masse est inférieure à TU1.

1. Calcul de l'erreur maximum tolérée en moins (e) :

<hr/> <hr/>	/4
-------------	----

2. Calcul de la tolérance de pilotage (TU1) :

<hr/> <hr/>	/4
-------------	----

3. Calcul de l'écart type limite (Sp lim) :

<hr/> <hr/>	/4
-------------	----

4. Doit-on surdoser la production ? :

<hr/> <hr/>	/2
-------------	----

5. Calcul de la quantité visée (QV) :

<hr/> <hr/>	/4
Conclusion : _____	
<hr/>	

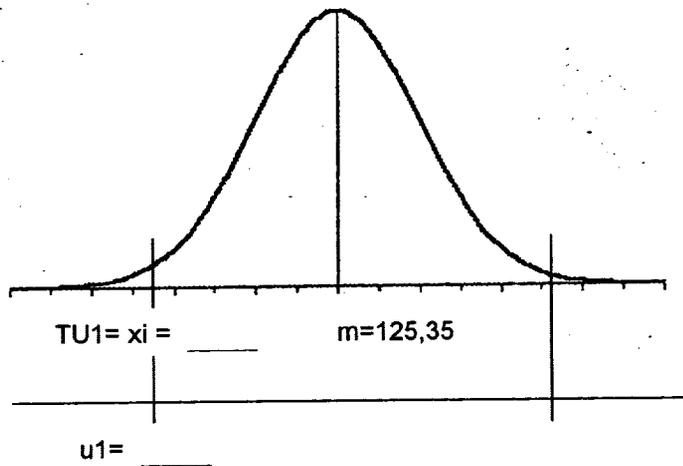
6. Calcul de la différence entre la quantité réelle de produit fini et la quantité visée de produit pour la totalité de la commande :

<hr/> <hr/>	/3
-------------	----

Total page :	/21
--------------	-----

**7. Calcul de la probabilité du nombre de yaourts dont la masse est inférieure à TU1 :**

En vous aidant du dossier ressource, calculer le nombre de yaourts dont la masse est inférieure à TU1 dans le lot de 120 000 pots.  
Vous préciserez si le client accepte sa commande.



Le client accepte t-il sa commande ? :

/8

Total page : /08

**Contexte professionnel :**

Le service qualité de l'entreprise décide de mettre sous contrôle statistique une ligne de pots de yaourt ERCA nouvellement mise en service. Pour cela, il vous demande en tant que pilote de mettre en place une carte de contrôle provisoire par attributs. Vous prélèverez 12 pots de yaourt toutes les 30 minutes.

**Problème :**

Vous devez calculer les différents paramètres (moyenne  $m_o$ , total des non-conformités, limites supérieures de surveillance et de contrôle).

L'étude portera sur 20 prélèvements. L'analyse des résultats sera effectuée par le service qualité.

**1. Calculer le nombre moyen de défauts par unité de contrôle  $m_o$  :**

(après avoir compléter le total de non-conformités et la moyenne des non-conformités des 4 derniers prélèvements sur la carte de contrôle).

<hr/> <hr/>	/2
-------------	----

**2. Déterminer la limite supérieure de contrôle LC : (DR 5/6)**

<hr/> <hr/>	/2
-------------	----

**3. Déterminer la limite supérieure de surveillance LS : (DR 5/6)**

<hr/> <hr/>	/2
-------------	----

**4. Compléter la carte de contrôle : (Document réponses 6/10)**

- terminer la courbe des relevés des points,
- tracer et repérer la moyenne  $m_o$ ,
- tracer et repérer la limite supérieure LC,
- tracer et repérer la limite supérieure LS,

**5. Analyse des non-conformités :**

- après avoir analysé la carte de contrôle, donner les deux non-conformités les plus fréquentes.

<hr/> <hr/>	/2
-------------	----

**6. Citer les actions à envisager :**

<hr/>	/2
-------	----

Total page :	/10
--------------	-----



**Problème :**

Les responsables de la production de l'entreprise après avoir interrogé la direction générale, disposent d'une information sur les ventes prévisionnelles de yaourts natures de 150 g. À partir de ces prévisions, un plan industriel commercial (PIC) a été établi.

**Caractéristiques de l'UP :**

UP : unité de production : ligne ERCA.

Charge (en heure) : production prévisionnelle / nombre de pots / heure

**Plan industriel commercial :**

Année 2004	Prévisions commerciales	
	Yaourts brassés	Yaourts étuvés
Janvier	5 000 000	3 000 000
Février	5 000 000	3 000 000
Mars	5 500 000	3 500 000
Avril	6 500 000	4 000 000
Mai	6 500 000	5 000 000
Juin	7 000 000	5 500 000
Juillet	7 000 000	6 000 000
Août	7 000 000	6 500 000
Septembre	6 000 000	5 000 000
Octobre	5 000 000	4 000 000
Novembre	4 500 000	3 500 000
Décembre	4 500 000	3 500 000

À partir de cette relation, le P.I.C a défini une production prévisionnelle selon l'échéancier dont on trouve un extrait ci-dessous :

1. **Compléter le tableau « échéancier » en vous référant au DT 7/7:**

Mois	Semaine	Jours ouvrables	Production prévisionnelle	Charge en heure (nbre entier arrondi au chiffre supérieur)	Capacité de l'U.P en heure	Taux de charge
Janvier	1	3	1 100 000			
Janvier	2	5	2 000 000			
Janvier	3	5	2 500 000			
Janvier	4	5	2 400 000			
Février		20 (5 j /sem)	8 000 000			
mars		20 (5 j /sem)	9 000 000			

/6

Capacité : nombre d'heures de travail de l'UP. On considère que le temps de travail de l'unité de production est de 8x3 par jour.

Total page : /6

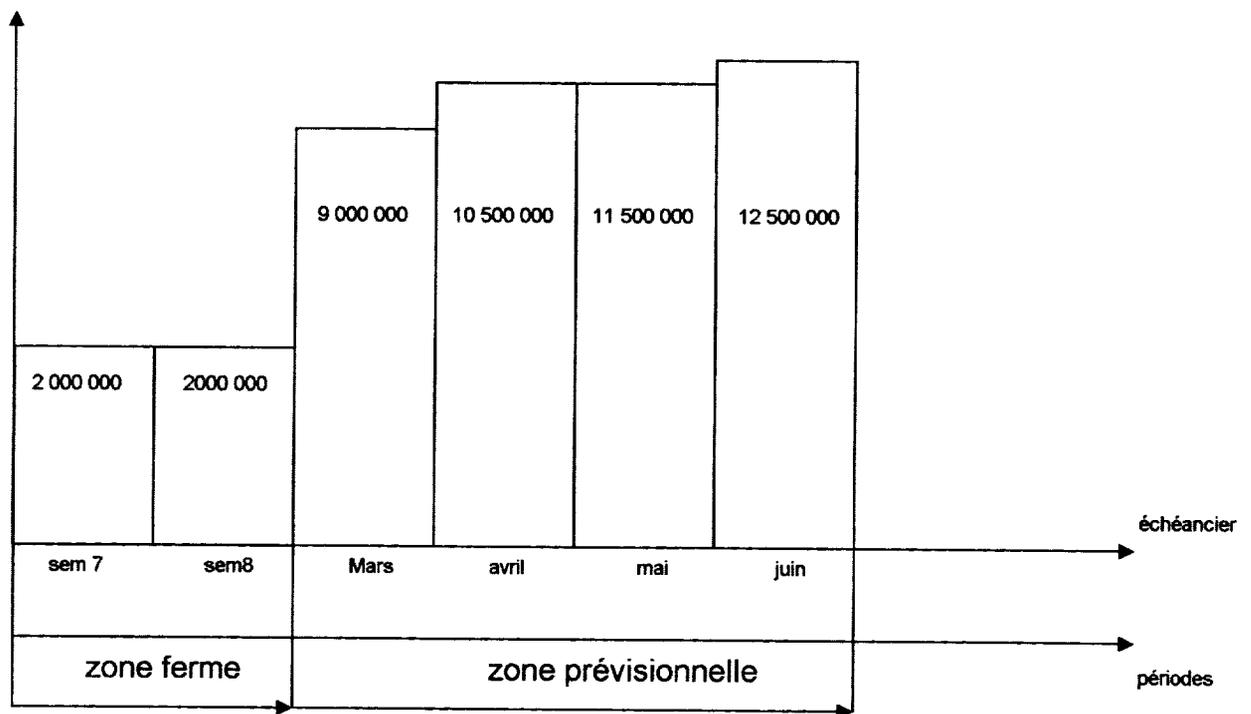
2. Si le plan directeur de production respectait strictement la production prévisionnelle, indiquer les possibilités qui s'offriraient à la direction si le résultat du taux de charge est supérieur à 1 :

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

/4

3. Calcul des besoins :

La direction de l'entreprise a déterminé une zone ferme du plan directeur de production correspondant aux deux dernières semaines de février.



Calcul des besoins à partir de la zone ferme du programme directeur de production à la date de mi-février.

Total page : /4

**Données de production :**

Conditionnement de pots de yaourts (unitaire).

Masse par pot en gramme	150 g
-------------------------	-------

Film opercule	0,004055 m <sup>2</sup> / pot
---------------	-------------------------------

Film décor	0,010558 m <sup>2</sup> / pot
------------	-------------------------------

Plastique	0,003634 kg / pot
-----------	-------------------

Colle	0,2 g / pot
-------	-------------

Encre	0,1 g / pot
-------	-------------

Suivant la fiche de données de production, compléter le tableau ci-dessous de façon à commander les quantités nécessaires pour assurer la production des deux semaines fermes du mois de février.

Composants	Stocks disponibles	Besoins bruts	Besoins nets
Film opercule	5 000 m <sup>2</sup>	16 220 m <sup>2</sup>	11 220 m <sup>2</sup>
Film décor	10 000 m <sup>2</sup>		
Plastique	1 000 kg		
Colle	150 kg	200 kg	50 kg
Encre	500 kg		

Besoins nets = besoins bruts – stocks disponibles.

/6

Total page : /6

**4. Calcul des temps de production :**

Afin d'assurer la production de pots de yaourt pour la période ferme (sem7 et sem8, vous devez calculer le temps de production théorique et pratique.

Déterminer la production théorique par période de 8h 00 :

/3

Déterminer la production théorique par jour :

/3

Déterminer la production théorique pour la période ferme :

/3

Sachant que le rendement synthétique de la ligne ERCA est de 0,85, pouvez-vous honorer la commande ? Justifier votre réponse.

/3

**5. Etude d'amélioration du rendement synthétique :**

Afin d'améliorer le rendement synthétique et d'après le tableau des défaillances du dossier ressource, on vous demande de déterminer les postes qui grèvent le plus la fiabilité et la maintenabilité de la ligne ERCA.

Quel poste grève le plus la fiabilité de la ligne ? :

/4

Quel poste grève le plus la maintenabilité de la ligne ? :  
On négligera la défaillance D0 (une défaillance).

/4

Total page : /20